

■ Gli elementi chimici

Gli **elementi chimici** sono sostanze che non possono essere scomposte in altre sostanze più semplici e sono costituiti da particelle tutte uguali, che sono dette **atomi**.

Ad oggi conosciamo 118 elementi chimici:

- 94 sono gli **elementi esistenti in natura**,
- 24 sono stati invece prodotti in laboratorio e sono detti **elementi artificiali**.

Il numero degli elementi artificiali potrebbe in futuro aumentare in quanto attraverso particolari reazioni nucleari possono formarsi nuovi elementi. Anche il numero degli elementi esistenti in natura non è certo, in quanto alcuni sono stati rinvenuti esclusivamente analizzando la radiazione emessa dalle stelle.

A ciascun elemento è attribuito un **simbolo chimico**, cioè un'abbreviazione che lo rappresenta universalmente:

- nella maggior parte dei casi, il simbolo deriva dalla *lettera iniziale* – scritta sempre con carattere maiuscolo – del nome antico dell'elemento (ad esempio H per l'idrogeno, C per il carbonio ecc.);
- in altri casi, il simbolo è composto da due lettere. Per questi elementi la prima lettera viene scritta in maiuscolo mentre la successiva in minuscolo (ad esempio He per l'elio, Zn per lo zinco).

Molti elementi hanno un simbolo che richiama il nome italiano, ma non è una regola.

La lettura dei simboli chimici deve essere effettuata sempre pronunciando una lettera alla volta. Per esempio il simbolo del ferro (Fe) si legge «effe-e».

Alcuni elementi – che sono detti **elementi nativi** – si presentano in natura allo stato puro, cioè non combinati con altri elementi. I più conosciuti sono materiali preziosi, come l'oro, l'argento e il platino, oppure sostanze che si presentano in forma di minerali cristallini come lo zolfo e il fosforo.

■ La tavola periodica degli elementi

Gli elementi chimici conosciuti sono in genere rappresentati in uno schema noto come **tavola periodica degli elementi**. Questo sistema di ordinamento venne ideato nel 1869 dal chimico russo Dimitrij Mendeleev il quale, pur conoscendo solo una parte degli elementi oggi noti, riconobbe negli elementi alcune proprietà fisiche e chimiche ricorrenti, dette appunto «periodiche». Da allora questo sistema è sicuramente il più usato per la classificazione degli elementi chimici.

Nella tavola periodica gli elementi sono ordinati in colonne verticali, dette **gruppi**. I gruppi risultano particolarmente importanti per la classificazione in quanto gli elementi che appartengono ad uno stesso gruppo mostrano tra loro delle proprietà chimiche molto simili.

Le righe orizzontali della tavola periodica sono invece chiamate **periodi**. Le proprietà all'interno di un periodo sono meno marcate rispetto a quelle che caratterizzano i gruppi, ma ugualmente si notano importanti tendenze.

Per individuare un certo elemento è possibile fornire le *coordinate chimiche*, ovvero indicare il gruppo e il periodo dell'elemento stesso: ad esempio dicendo «5° periodo – 11° gruppo» si individua l'argento.

Se si considerano le caratteristiche degli elementi di uno stesso periodo, si nota che procedendo da destra verso sinistra aumentano le cosiddette «proprietà metalliche», come la lucentezza, la capacità di condurre il calore e l'elettricità, la capacità di deformarsi in maniera plastica cioè senza fratturarsi.

SINTESI C2. Elementi e composti

gruppo																	18		
1	2												13	14	15	16	17	18	
1	H																		He
2	3	4											5	6	7	8	9	10	
	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	55	56	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	87	88	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112							
	Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub							

serie dei lantanidi														
6	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
7	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No

serie degli attinidi

In base a queste proprietà, è dunque possibile effettuare una classificazione degli elementi in metalli, non metalli e semimetalli.

1. I metalli sono lucenti e si presentano allo stato solido a temperatura ambiente (con la sola eccezione del mercurio che a questa temperatura è liquido). Gli elementi metallici sono malleabili e duttili, ovvero possono essere lavorati e ridotti in lamine o fili sottili. Inoltre sono buoni conduttori di calore ed elettricità.

2. I non metalli, al contrario, non sono lucenti e sono spesso incolori. A temperatura ambiente se ne trovano 11 allo stato gassoso, come l'ossigeno e l'azoto, 15 allo stato solido, come il carbonio, il fosforo, lo zolfo e lo iodio e soltanto 1 allo stato liquido, il bromo. Qualora siano solidi, non sono malleabili. Infine i non metalli sono isolanti, ovvero sono dei cattivi conduttori di calore ed elettricità.

3. I semimetalli sono elementi che possiedono proprietà fisiche intermedie tra quelle dei metalli e quelle dei non metalli. Alcuni semimetalli presentano una lucentezza metallica, ma sono in genere più fragili e poco duttili. Vi sono poi alcuni di questi elementi la cui conducibilità varia a seconda della temperatura.

I primi due elementi della tavola periodica, idrogeno ed elio, insieme costituiscono circa il 98% della materia presente nell'Universo e si sono formati, in massima parte, durante il *big bang*, la fase di formazione dell'Universo.

Anche i tre elementi seguenti della tavola periodica – litio (Li), berillio (Be) e boro (B) – si sono formati durante il *big bang*, ma la loro formazione è ancora possibile in alcuni processi che avvengono tra le stelle.

Tutti gli elementi dal carbonio al ferro si sono invece formati per **nucleosintesi stellare**, cioè a seguito di reazioni che avvengono all'interno delle stelle.

I composti chimici

L'enorme numero di sostanze chimiche che ci circonda è generato dalla combinazione degli elementi chimici presenti nella tavola periodica. Gli elementi possono infatti unirsi in molti modi diversi e originare quindi un numero virtualmente infinito di composti.

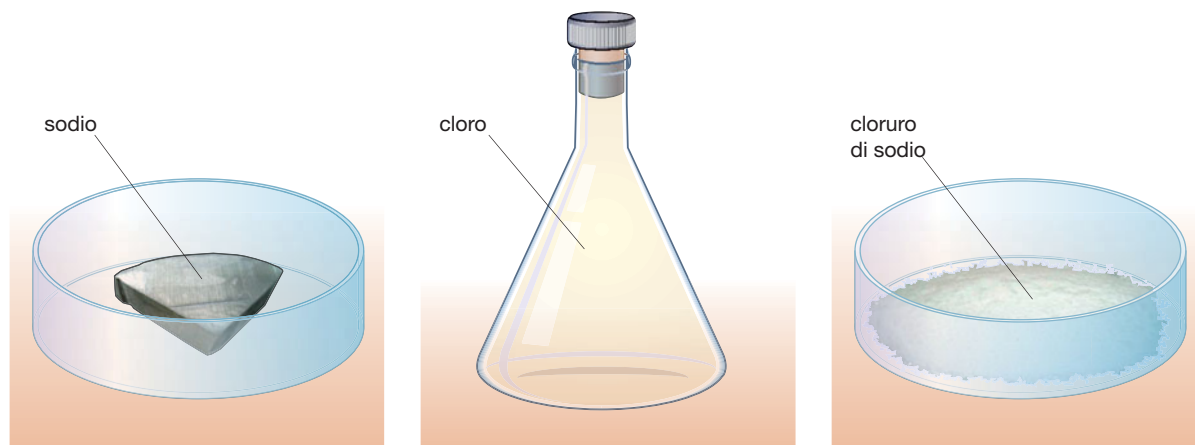
I **composti chimici** sono sostanze costituite da elementi combinati tra loro chimicamente. I composti non mantengono le proprietà fisiche e chimiche degli elementi che li compongono.

Una caratteristica importante dei composti è che *in un composto gli elementi sono presenti in proporzioni ben definite*.

Per esempio nell'acqua il numero di atomi di idrogeno è sempre doppio rispetto al numero di atomi di ossigeno, cioè la proporzione è 2:1.

Questa proprietà dei composti è fondamentale per poterli distinguere dai miscugli, i quali infatti non possiedono una composizione costante.

Un'altra importante proprietà che distingue i composti dai miscugli è che *i composti non possono essere scomposti nei singoli elementi con metodi fisici*.



Una **formula chimica** è una rappresentazione simbolica del tipo e della quantità di elementi che costituiscono un composto.

Nella formula chimica vengono indicati i simboli degli elementi e il numero degli atomi di ciascun elemento che costituiscono la molecola del composto.

La **molecola** è definita come *l'unità minima di un composto*, ovvero un raggruppamento di due o più atomi che possiede le proprietà chimiche caratteristiche di quel composto. Ogni molecola è pertanto rappresentata da una formula chimica che specifica la composizione chimica del composto.

Tutte le sostanze, siano esse elementi o composti, sono **sostanze chimiche**. Alcune però sono di origine naturale mentre altre sono prodotte artificialmente dagli esseri umani.

Il numero di tali sostanze, dette **sintetiche**, è molto aumentato negli ultimi anni in seguito agli sviluppi della ricerca. Alcune di queste sostanze sono completamente nuove e non esistono in natura. È il caso, ad esempio dell'aspartame, un dolcificante adoperato nell'industria alimentare che viene utilizzato nei prodotti a basso contenuto calorico.

Altre sostanze sono prodotte in laboratorio ma sono del tutto identiche a quelle naturali.

Le reazioni chimiche e la conservazione della massa

Le **reazioni chimiche** sono quei processi chimici che trasformano alcune sostanze in sostanze diverse.

Quando si scrive una reazione chimica lo si fa usando un linguaggio simbolico, simile per alcuni aspetti al linguaggio matematico. I chimici rappresentano le reazioni chimiche attraverso delle **equazioni chimiche**, all'interno delle quali le sostanze che partecipano alle reazioni vengono rappresentate con i simboli degli elementi e con le formule dei composti.

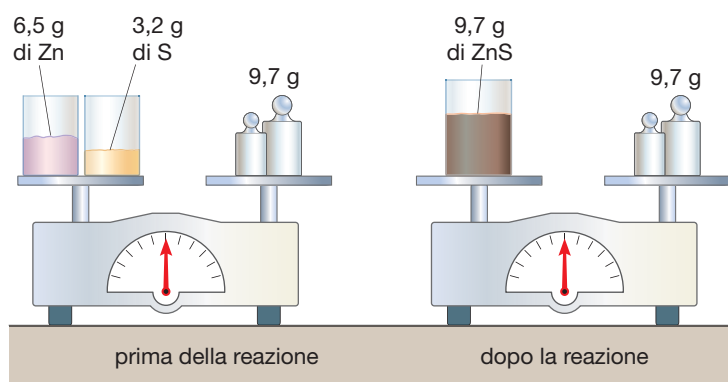
Nelle equazioni chimiche è presente una freccia che indica la direzione in cui avviene la trasformazione: dal lato opposto alla punta della freccia vengono scritti i **reagenti**, mentre dal lato della punta della freccia vengono riportati i **prodotti**. Generalmente la direzione indicata dalla freccia è da sinistra verso destra, ma in alcuni casi la freccia può anche essere invertita.

Nel caso in cui i reagenti o i prodotti siano più di uno vengono associati tramite il segno +.

Se è necessario indicare in quale stato di aggregazione si trovano i reagenti e i prodotti, si inseriscono tra parentesi, dopo le formule chimiche, le iniziali dei nomi degli stati di aggregazione: (*g*) se la sostanza è allo stato gassoso, (*l*) se si trova allo stato liquido e (*s*) se si trova in quello solido. Spesso può succedere che i reagenti vengano disciolti in acqua e che l'intera reazione si svolga all'interno di una soluzione acquosa. In questo caso accanto alle sostanze che reagiscono si scrive (*aq*) tra parentesi.

Alla fine del Settecento, il chimico francese Antoine Lavoisier effettuò una serie di misurazioni con la bilancia che lo portarono alla formulazione della **legge di conservazione della massa**: *in una reazione chimica, la somma delle masse dei reagenti è uguale alla somma delle masse dei prodotti*.

Una conseguenza della legge di conservazione della massa è che – per citare le parole dello stesso Lavoisier – «in una reazione chimica, nulla si crea, nulla si distrugge, tutto si trasforma».



La somma delle masse dei due reagenti – zinco e zolfo – è pari a 9,7 g.

La massa di solfuro di zinco (ZnS) che si ottiene dalla reazione è pari a 9,7 g, quindi uguale alla somma delle masse dei reagenti.

Se si fanno reagire idrogeno e ossigeno allo stato gassoso si ottiene acqua allo stato liquido. Le particelle dei due gas che reagiscono sono molecole biatomiche, ovvero sono formate da due atomi. Nell'equazione, tra i prodotti alla sinistra della freccia sono presenti due atomi di ossigeno, mentre tra i reagenti alla destra della freccia un solo atomo di ossigeno.

Questa equazione chimica quindi è corretta dal punto di vista *qualitativo*, ovvero indica correttamente le sostanze che partecipano alla reazione chimica, ma non lo è dal punto di vista quantitativo dato che non rispetta la legge di conservazione della massa di Lavoisier. Perché la reazione sia corretta anche dal punto di vista quantitativo è necessario effettuare un'operazione nota come **bilanciamento della reazione**.

Se vogliamo bilanciare una equazione chimica dobbiamo inserire i **coefficienti stechiometrici** in modo che il numero di atomi che formano le sostanze sia uguale a sinistra e a destra della freccia. Non possiamo invece modificare gli **indici numerici** dato che ciò cambierebbe le formule e quindi la composizione delle sostanze chimiche presenti.

■ Le leggi ponderali

Le **leggi ponderali** sono tre leggi fondamentali della chimica che riguardano le masse delle sostanze coinvolte nelle reazioni chimiche.

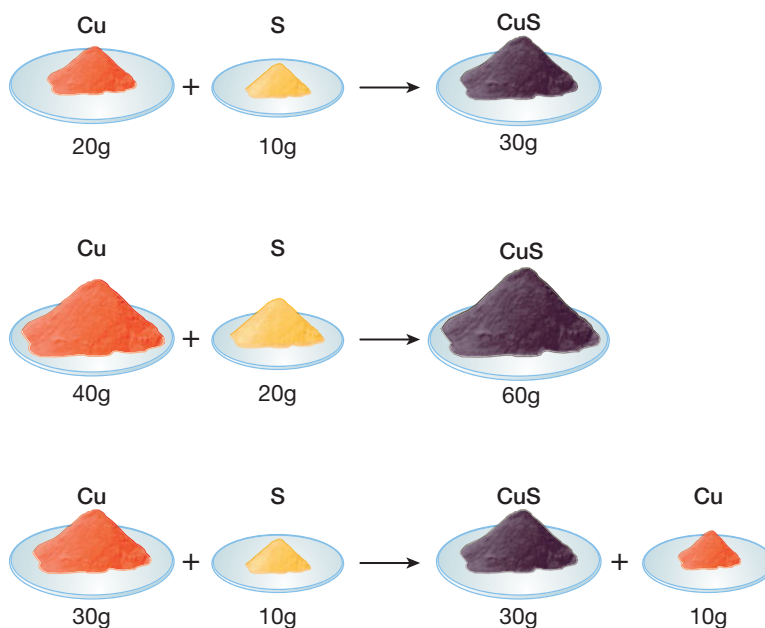
La **legge di conservazione della massa** (formulata da Lavoisier nel 1774) è la prima delle tre leggi.

La **legge delle proporzioni definite** venne enunciata da Proust a seguito di un gran numero di analisi su diversi composti. Egli osservò che le masse di due elementi si combinano in un certo composto con un rapporto fisso e caratteristico.

Possiamo allora enunciare la legge delle proporzioni definite, la quale afferma che *quando due o più elementi si combinano per dare un composto le loro masse stanno tra loro in un rapporto definito e costante*. In altre parole, ciascun composto presenta una composizione chimica definita e caratteristica.

Nel 1808, lo scienziato inglese John Dalton verificò sperimentalmente che, in alcuni casi, due elementi possono reagire determinando la formazione di composti diversi.

Dopo aver verificato lo stesso comportamento in molte reazioni chimiche, Dalton formulò la **legge delle proporzioni multiple**, secondo la quale *quando due elementi si combinano tra loro formando più composti, le diverse masse di uno di essi che si combinano con la stessa massa dell'altro elemento stanno tra loro in un rapporto esprimibile con numeri interi, generalmente piccoli*.



■ La classificazione dei composti chimici

I chimici trattano con un numero enorme di sostanze differenti, derivanti dalle molteplici combinazioni degli elementi. Per questo motivo classificano i composti in base alle proprietà chimiche, che dipendono proprio dagli elementi che li compongono e in particolare dalla natura metallica o non metallica degli elementi.

- Gli **ossidi** sono composti chimici che si producono dalla combinazione dell'ossigeno con un altro elemento. Alcuni si originano dalla combinazione tra l'ossigeno e un metallo.

Esistono anche ossidi formati dalla combinazione tra l'ossigeno e un semimetallo: ad esempio l'ossido di silicio o *silice* (SiO_2), estremamente diffuso nelle rocce.

A differenza degli ossidi metallici e della silice, molti ossidi che si originano dalla combinazione dell'ossigeno con un non metallo si presentano, a temperatura ambiente, allo stato gassoso. È il caso degli ossidi di azoto, di carbonio e di zolfo. Questi ossidi sono noti comunemente come *anidridi*.

La ruggine che intacca i metalli ferrosi esposti agli agenti atmosferici è costituita soprattutto da ossidi di ferro e, in misura minore, da altri composti del ferro.

- Gli **idruri** sono composti chimici che si ottengono dalla combinazione dell'idrogeno con un altro elemento. Alcuni idruri a temperatura ambiente si presentano come solidi cristallini, ad esempio l'idruro di litio (LiH) e l'idruro di magnesio (MgH_2); altri invece come gas, ad esempio gli idruri di azoto. Questi composti vengono abitualmente chiamati con il loro nome comune, ovvero *ammoniaca* (NH_3) e *idrazina* (N_2H_4).

- Gli **idrossidi** sono dei composti in cui un metallo si combina con uno o più gruppi —OH , chiamati gruppi *ossidrilici* e ottenuti dall'unione tra un atomo di ossigeno e un atomo di idrogeno. Alcuni idrossidi sono molto solubili in acqua e tendono a liberare nella soluzione il gruppo ossidrilico; le sostanze che mostrano questo comportamento sono dette *basi*. Altri idrossidi invece sono poco solubili in acqua.

- Gli **acidi** sono composti chimici solubili in acqua, irritanti e in grado di intaccare alcuni metalli e alcune rocce. Gli **idracidi** si formano per combinazione tra l'idrogeno e un non metallo: ad esempio i non metalli del 17° gruppo della tavola periodica, detto degli *alogeni*. Gli **ossiacidi** sono acidi che derivano dalla reazione tra un ossido non metallico (che chiamiamo *anidride*) e l'acqua.

- I **sali** sono un gruppo di composti con proprietà variabili e differenti tra loro: molti sali sono ad esempio solubili, ma ne esistono anche di insolubili in acqua. Essi vengono distinti in base agli elementi che li costituiscono. Alcuni sali sono formati da un metallo e da un solo altro elemento, tra questi vi sono:

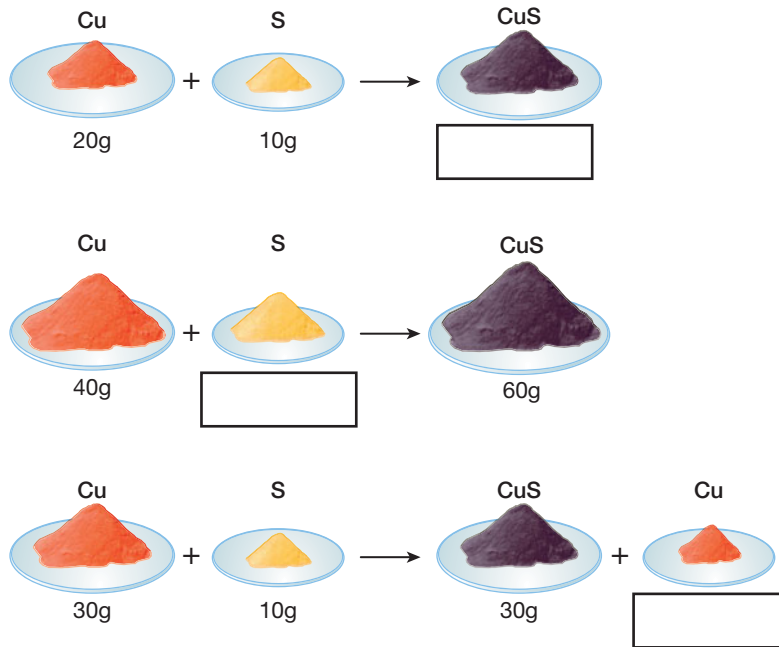
- gli **alogenuri**, che sono sali formati da un metallo e da un alogeno, ovvero un elemento appartenente al 17° gruppo della tavola periodica;
- i **solfuri**, costituiti da un metallo combinato con lo zolfo.

Altri sali sono formati da un metallo e da un gruppo poliatomico, cioè costituito da atomi diversi uniti tra loro. Tra questi vi sono:

- i **solfati** e i **solfiti**, che sono formati da un metallo e da un gruppo contenente ossigeno e zolfo;
- i **nitrati** e i **nitriti**, che sono formati da un metallo e da un gruppo contenente ossigeno e azoto;
- i **carbonati**, che sono formati da un metallo e da un gruppo contenente ossigeno e carbonio;
- i **fosfati**, che sono formati da un metallo e da un gruppo contenente ossigeno e fosforo.

SINTESI C2. Elementi e composti

1 Completa la figura relativa alla legge di Proust con le masse relative.



2 Indica il nome delle righe e delle colonne e completa i dati mancanti.

	1																		18	
1	1 H																			2 He
2	3 Li	4 Be										5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne			
3	11 Na	12 Mg										13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar			
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr		
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe		
6	55 Cs	56 Ba	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn		
7	87 Fr	88 Ra	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub								

serie dei lantanidi														
6	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb
7	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No
serie degli attinidi														

3 Completa le seguenti frasi scegliendo i termini corretti tra quelli indicati nei corrispondenti riquadri.

A. Gli sono sostanze che non possono essere scomposte in sostanze più semplici e sono costituiti da particelle tutte uguali dette Alcuni sono perché possono formarsi in laboratorio attraverso reazioni nucleari.

Elementi, composti, atomi, molecole, nativi, simboli, artificiali

B. I sono lucenti e si presentano generalmente allo stato In genere sono malleabili e sono dei buoni conduttori di calore ed elettricità. I sono invece opachi e spesso incolore. Non sono malleabili e sono isolanti, cioè non conducono calore ed elettricità.

Composti, semimetalli, metalli, non metalli, liquido, gassoso, solido

C. Un presenta una composizione ben definita degli elementi che lo compongono. Esso non può essere scomposto nei singoli elementi attraverso metodi come è invece possibile nel caso dei

Atomo, elemento, periodo, composto, chimici, fisici, miscugli, gruppi, sali

D. Una chimica è una rappresentazione simbolica del tipo e della quantità di che costituiscono la, ovvero l'unità minima di un composto.

Particella, formula, sostanza, particelle, atomi, elementi, molecola

E. La legge delle proporzioni definite detta anche legge di dice che quando due o più si combinano tra loro in un composto, le loro stanno tra loro in un rapporto definito e

Lavoisier, Proust, Dalton, sostanze, elementi, composti, masse, proporzioni, multiplo, costante, variabile

F. Nelle chimiche si rappresentano le sostanze che partecipano ad una reazione: in esse si scrivono le sostanze di partenza dette e le sostanze che si ottengono dette Esse vengono bilanciate inserendo stechiometrici.

Reazioni, equazioni, sostanze, reagenti, prodotti, molecole, ossidi, indici, coefficienti, periodi